

به نام خدا

تأثیر تراکم (خلل و فرج) ملات سیمان بر روی مقاومت فشاری

سام صارمی^a، علیرضا فلاح^b، میثم علیپور^c

^a سرپرست کنترل کیفیت سیمان گیلان سبز - کارشناسی ارشد شیمی تجزیه

^b مسئول کیفی آزمایشگاه سیمان گیلان سبز - مهندس شیمی

^c مسئول فنی آزمایشگاه سیمان گیلان سبز - کارشناسی ارشد شیمی آلی

چکیده

مقاومت فشاری سیمان به عنوان یکی از مهمترین ویژگی‌های این محصول به‌شمار می‌رود. اندازه‌گیری صحیح این پارامتر و از بین بردن خطا در در این آزمون می‌تواند کمک شایانی به بررسی دقیق محصول تولیدی نماید.

از مهمترین مواردی که بر روی این پارامتر تأثیرگذار می‌باشد، میزان تراکم ملات و به عبارتی پی بردن به خلل و فرج موجود در ملات سیمان است.

در این مقاله میزان خلل و فرج موجود در ملات‌ها اندازه‌گیری و علت میزان بالای خلل و فرج‌ها در ملات بحث می‌شود. بررسی‌های لازم جهت تغییر در تهیه ملات با روش جایگزین انجام شد.

واژه‌های کلیدی: مقاومت فشاری، خلل و فرج ملات

۱- مقدمه

بیشتر بتن و ملات، حاوی سیمان پرتلند معمولی است. یکی از راه‌هایی که می‌تواند به کاهش کیفیت ملات بیانجامد، خلل و فرج خمیر سیمان و ناحیه‌گذار بین سطوح می‌باشد که به آب و مواد اجازه می‌دهد تا انتقال سریعی داشته باشند [1]. در میان فاکتورهای درونی و بیرونی تأثیرگذار بر روی خصوصیات ملات، دما و وجود سوپرپلاستی‌سایزرها تأثیر بسزایی در واکنش هیدراتاسیون و زمان گیرش داشته و همچنین بر روی اندازه حفره‌ها و خلل و فرج‌های مواد تولیدی با پایه‌ی سیمان، که منجر به تأثیرگذاری بر مقاومت نهایی و دوام آن‌ها دارد. به همین دلیل نظارت بر روی اندازه‌ی حفره‌های خمیر سیمان، در طول هیدراتاسیون، مسأله‌ی مهمی است [2].

به طور کلی خلل و فرج های ملات سیمان به دو دسته ی کلی تقسیم می شوند:

(۱) خلل و فرج ژلی (۲) خلل و فرج موئینگی. خلل و فرج ژلی همراه محصولات هیدراسیون تشکیل شده و ساختاری محسوب می شود. ولی خلل و فرج موئینگی در اثر پر شدن با آب به وجود می آید.

برخی عواملی که روی خلل و فرج تاثیر گذار است عبارتند از:

(۱) نسبت آب به سیمان (W/C) (۲) دمای عمل آوری ملات (Curing Temperature) [3]

اگر میزان خلل و فرج بالا باشد، ملات پوک شده و مقاومت فشاری آن کاهش می یابد.

۲ دستگاه مختلف برای حذف خلل و فرج ملات وجود دارد:

(۱) دستگاه ضربه زن (۲) دستگاه میز لرزان.

۲- پیشینه ی تحقیق

تحقیقات بسیاری بر روی جوانب مختلف خلل و فرج سیمان انجام گردیده است.

کو و همکارانش [4]، در تحقیق خود تاثیر مواد اولیه بازیافت شده را بر روی خصوصیات مکانیکی و توزیع اندازه ی حفرات بتن، بررسی نمودند. آنها از دو منبع مختلف مواد اولیه بازیافت شده به جای مواد اولیه طبیعی نموده و مقاومت تنشی و فشاری بتن را آزمودند. همچنین ساختار حفرات بتن را تحلیل کردند.

برادرسن و نیلسون [5]، بر روی زباله های سیمانی و بتن ساخت و ساز معمولی، که همگی موادی خلل و فرج دار هستند، تحقیق نمودند. آنها همچنین رابطه هایی میان خلل و فرج و نسبت آب/سیمان و درجه هیدراتاسیون ارائه نمودند.

آراندیگوبین و آلوارز [6]، در مقاله ی خود به بررسی خصوصیات ساختاری و مکانیکی حفرات ملات سیمان - آهک پرداختند تا بتوانند کاربردهای آن را تحلیل کنند، زیرا این نوع ملات می تواند، مضراتی که ملات با پایه ی آهک و ملات با پایه ی سیمان دارند را، کاهش دهد.

موسکوئرا و همکارانش [7]، اثرات افزودن سیمان به ساختار خلل و فرج ملات های با پایه ی آهک، را بررسی نمودند. آن ها همچنین رابطه ای بین ساختار ریز و انتقال بخار آب از بین ملات را، که دلیل کلیدی فرسودگی ساختمان هاست، مورد بررسی قرار دادند.

۳- روش تحقیق

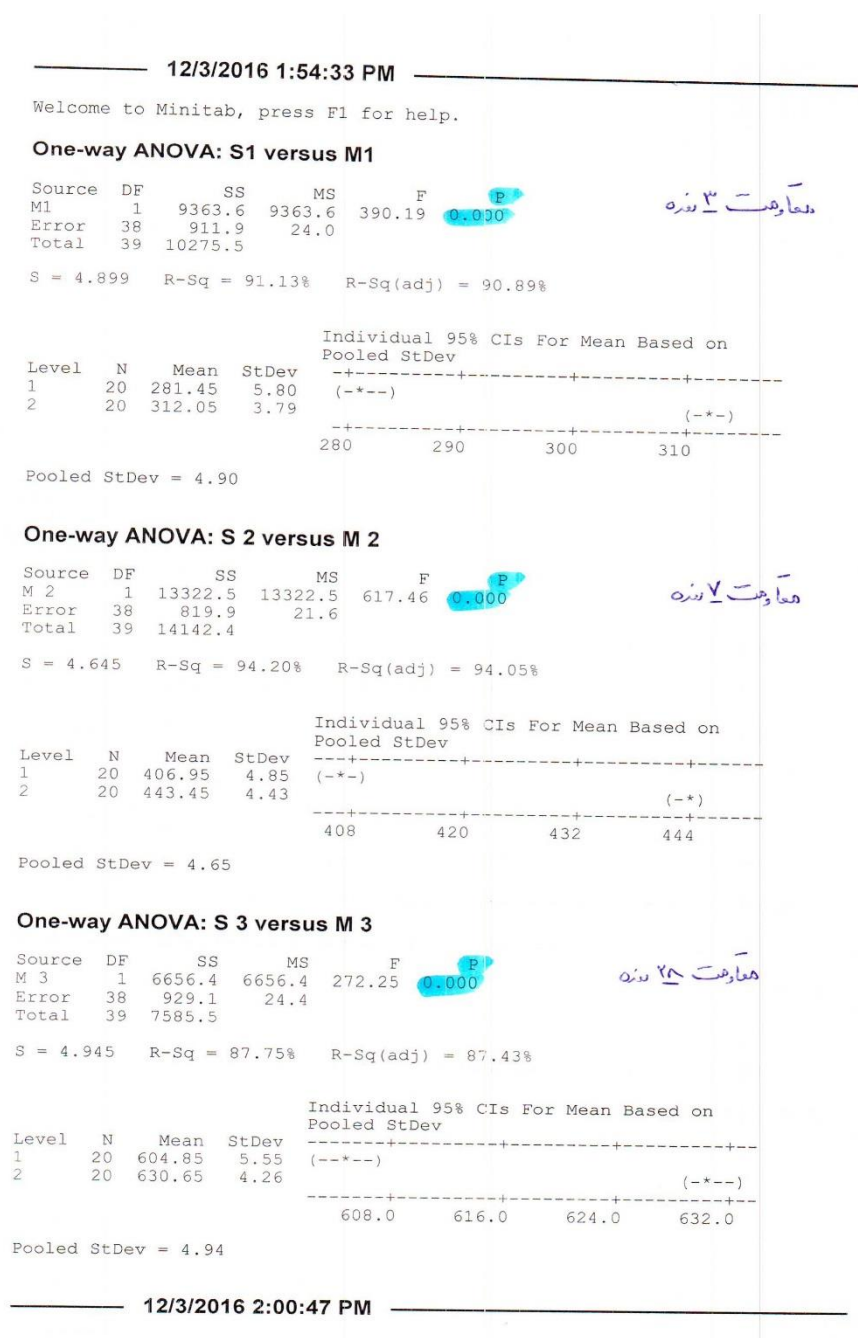
ما ابتداء نتایج مقاومت دو دستگاه ضربه زن و میز لرزان که روی ۲۰ نمونه و توسط ۱ اپراتور بدست آمده است،

(جدول ۱: روش ۱ در این جدول نتایج ضربه زن و روش ۲ نتایج میز لرزان می باشد) را با نرم افزار Minitab نسخه ۱۶ و استفاده از ابزار Anova (تحلیل واریانس) مقایسه نمودیم. نتایج نشان می داد که دو روش فوق با یکدیگر متفاوتند.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	S1	M1	S 2	M 2	S 3	M 3
1	282	1	398	1	600	1
2	288	1	401	1	608	1
3	290	1	409	1	605	1
4	283	1	400	1	602	1
5	287	1	412	1	618	1
6	280	1	412	1	613	1
7	273	1	408	1	602	1
8	278	1	415	1	597	1
9	276	1	410	1	599	1
10	275	1	408	1	598	1
11	270	1	403	1	600	1
12	272	1	400	1	601	1
13	283	1	409	1	605	1
14	281	1	407	1	605	1
15	288	1	412	1	610	1
16	285	1	412	1	607	1
17	283	1	405	1	605	1
18	282	1	407	1	609	1
9	287	1	409	1	612	1
20	286	1	402	1	601	1
21	309	2	440	2	628	2
22	312	2	439	2	635	2
23	309	2	442	2	630	2
24	315	2	440	2	618	2
25	308	2	445	2	628	2
26	312	2	449	2	630	2
27	308	2	451	2	632	2
28	309	2	439	2	638	2
29	310	2	442	2	629	2
30	312	2	448	2	630	2
31	308	2	442	2	628	2
32	318	2	438	2	638	2
33	317	2	435	2	632	2
34	320	2	442	2	635	2
35	309	2	445	2	632	2
36	310	2	444	2	630	2
37	315	2	442	2	629	2
38	314	2	448	2	630	2
39	309	2	450	2	632	2
40	317	2	448	2	629	2

جدول ۱- نتایج مقاومت های ۳ و ۷ و ۲۸ روزه دو روش ساخت قالب

میزان P Value برای مقاومت های ۳ و ۷ و ۲۸ کمتر از ۰,۰۵ (با توجه به فاصله اطمینان ۹۵٪) بوده که نشان دهنده تفاوت معنادار دو روش می باشد. (شکل ۱)



شکل ۱- تفاوت معنادار دو روش

۴-نتایج

هنگام ساخت ملات، مقادیر سیمان، ماسه استاندارد (با مشخصات ASTM C788) و آب مقطر به ترتیب ۴۵۰، ۱۳۵۰ گرم و ۲۲۵ سی سی را با هم مخلوط کرده و از ملات حاصل در منشوری به ابعاد ۱۶۰*۴۰*۴۰ میلی متر ساخته می شود و با توجه به حجم قالب (۲۶۵ سانتی متر مکعب) و چگالی ملات که حدوداً ۲,۲۵ سانتی متر مکعب بر گرم می باشد، وزن قالب بایستی ۵۹۶,۲۵ گرم (بدون در نظر گرفتن حباب) لحاظ گردد. پس از بررسی وزن قالب های ساخته شده و با توجه وزن قالب بدون حباب، جدول ۱ نشاندهنده میزان حباب هر نمونه با دو دستگاه مختلف است. (جدول ۲)

ردیف	وزن قالبهای ضربه زن (g)	% حباب	وزن قالبهای میز لرزان (g)	% حباب
۱	۵۵۲	۷,۴	۵۷۹	۲,۹
۲	۵۵۷	۶,۰	۵۸۱	۲,۶
۳	۵۵۹	۶,۲	۵۸۴	۲,۱
۴	۵۵۹	۶,۲	۵۸۱	۲,۶
۵	۵۵۵	۶,۹	۵۷۹	۲,۹
۶	۵۵۶	۶,۸	۵۷۸	۳,۱
۷	۵۵۴	۷,۱	۵۷۷	۳,۲
۸	۵۵۲	۷,۴	۵۷۵	۳,۶
۹	۵۴۸	۸,۱	۵۷۶	۳,۴
۱۰	۵۴۵	۸,۶	۵۷۸	۳,۱
۱۱	۵۵۷	۶,۶	۵۸۳	۲,۲
۱۲	۵۵۵	۶,۹	۵۷۹	۲,۹
۱۳	۵۵۲	۷,۴	۵۷۵	۳,۶
۱۴	۵۵۴	۷,۱	۵۷۷	۳,۲
۱۵	۵۵۷	۶,۶	۵۸۱	۲,۶
۱۶	۵۴۸	۸,۱	۵۷۴	۳,۷
۱۷	۵۵۹	۶,۲	۵۸۵	۱,۹
۱۸	۵۶۰	۶,۱	۵۸۴	۲,۱
۱۹	۵۴۹	۷,۹	۵۷۹	۲,۹
۲۰	۵۵۱	۷,۶	۵۸۱	۲,۶

جدول ۲- نتایج وزن قالبها و حباب هر نمونه در دو روش ساخت قالب

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

ما در این تحقیق به بررسی اثرات تراکم و خلل و فرج ملات سیمان بر روی مقاومت آن پرداختیم، که با اندازه گیری وزن منشورهای بتن، مقاومت فشاری آن افزایش یافته است.

نتیجه‌ی دیگر این است که هر چقدر میزان خلل و فرج ملات بیشتر باشد، مقاومت فشاری پایین تر می آید. همچنین علاوه بر نتایج آماری، توانستیم از راه آزمودن با دو دستگاه تراکمی، به این مساله برسیم که میزان لرزان، نسبت به دستگاه ضربه زن، میزان خلل و فرج ملات سیمان را بیشتر کاهش می دهد.

مراجع

- [1] L.Courard, A.Darimont, M.Achouterden, F.Ferauche, X.Willem, R.Degeimbre. "Durability of mortars modified with metakaolin". Cement and concrete research 33 (2003) 1473- 1479.
- [2] A.Pop, I.Ardelean. "Monitoring the size evolution of capillary pores in cement paste during the early hydration via diffusion in internal gradients". Cement and concrete research 77 (2015) 76-81.
- [3]
- [4] S.Kou, C. Poon, M.Etxeberria. "Influence of recycled aggregates on long term mechanical properties and pore size distribution of concrete". Cement and concrete composites 33 (2011) 286-291.
- [5] K. Brodersen, K. Nilsson. "Pores and cracks in cemented waste and concrete". Cement and concrete research. Vol. 22, pp. 405-417, 1992.
- [6] M. Arandigoyen, J.I. Alvarez. "Pore structure and mechanical properties of cement-lime mortars". Cement and Concrete Research 37 (2007) 767-775
- [7] M.J. Mosquera, B. Silva, B. Prieto , E. Ruiz-Herrera. "Addition of cement to lime-based mortars: Effect on pore structure and vapor transport". Cement and Concrete Research 36 (2006) 1635- 1642